

## Geschäumte Kunststoffplatte

Vorliegende Erfindung betrifft ein flächenförmiges Strukturelement enthaltend eine Mehrzahl von in einer Ebene nebeneinander angeordneten und miteinander verbundenen Körpersegmenten aus einem geschäumten Kunststoff, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines solchen flächenförmigen Strukturelementes und die Verwendung desselben.

Es ist bekannt, Platten aus einem geschäumten thermoplastischen Kunststoff als Kernschichten in Sandwich-Verbunden einzusetzen. Die Herstellung von geschäumten Kunststoffplatten kann beispielsweise mittels eines Extrusionsverfahrens erfolgen. Die strukturelle Belastbarkeit, insbesondere die Druckfestigkeit, solcher, mittels Extrusionsverfahren hergestellter Kernschichten ist jedoch begrenzt. Sandwich-Verbunde mit den genannten Kernschichten sind daher als Strukturbau-  
teile für anspruchsvolle Anwendungen oftmals nicht geeignet.

Für anspruchsvolle Anwendungen, wie z.B. Strukturbau-  
teile im Transportwesen, sind jedoch Sandwich-Verbunde erforderlich, welche über ein hohes Mass an Festigkeit, insbesondere an Druckfestigkeit und Steifigkeit verfügen, und deren Kernmaterialien hohe Schubfestigkeit und -Steifigkeit aufweisen. Um diese Eigenschaften zu erreichen, werden beispielsweise stärkere und vielfach dickere Deckschichten verwendet. Dies führt in der Regel zu einer unerwünschten Erhöhung des spezifischen Gewichts der Sandwich-Verbunde. Zudem kann die Druckfestigkeit solcher Sandwich-Verbunde durch den Einsatz dickerer Deckschichten nicht beliebig erhöht werden.

Es ist daher wünschenswert, dass nicht nur die Deckschichten sondern auch die Kernschichten eine erhöhte Druck- und Schubfestigkeit und -Steifigkeit aufweisen, ohne jedoch den Vorteil der geringen Dichte von Schaumstoffkörpern aufgeben zu müssen.

Diese Massnahme würde einerseits die Herstellung von Sandwich-Verbunden mit verbesserten Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften ohne nennenswerte Erhöhung des spezifischen Gewichts erlauben. Andererseits würde der Einsatz von

Kernschichten mit erhöhter Steifigkeit und Festigkeit auch der Einsatz von dünnen Deckschichten erlauben.

So sind Sandwich-Verbundplatten bekannt, welche durch spezifische Ausgestaltung der Kernschicht eine verbesserte Festigkeit aufweisen.

- 5 Die DE 197 15 529 C1 beschreibt beispielsweise die Herstellung eines Sandwich-Verbundes mit einer Kernschicht und beidseitig davon angeordneten Deckschichten, wobei die Kernschicht aus horizontal nebeneinander angeordneten polygonalen, z.B. würfelförmigen Schaumstoffsegmenten zusammengesetzt wird. Hierzu werden einzelne Schaumstoffsegmente mit einer Faserschicht überzogen und in
- 10 einer Vorrichtung derart zusammengesetzt, dass sich die Segmentseitenflächen mit der Faserschicht stegartig berühren. Die stegartig ausgebildeten Faserschichten werden mit einem Imprägniermittel durchtränkt. Durch Aushärtung des Imprägniermittels entstehen zwischen den Schaumstoffsegmenten stegartige Faserverbundschichten, welche sich verstifend und verfestigend auf die Kernschicht auswirken.
- 15 Das genannte Herstellungsverfahren erweist sich jedoch als sehr aufwendig und teuer. Ferner ist eine nach dem beschriebenen Herstellungsverfahren produzierte Kernschicht nicht sortenrein, da mit den Schaumstoffsegmenten, Faserschichten und dem Imprägniermittel wenigstens drei unterschiedliche Materialien zum Einsatz kommen.
- 20 Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, ein flächenförmiges, insbesondere plattenartiges Strukturelement, geeignet für Kernschichten von Sandwich-Verbundelementen vorzuschlagen, wobei das Strukturelement einen Schaumstoff mit einer geschlossenzelligen Struktur enthalten soll. Ferner umfasst die Aufgabenstellung, ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung des genannten flächenförmigen Struktu-
- 25 relementes. Das flächenförmige Strukturelement soll im Vergleich zu herkömmlichen Schaumstoffplatten insbesondere eine verbesserte Druckfestigkeit aufweisen. Das flächenförmige Strukturelement soll ferner möglichst sortenrein sein.

Erfindungsgemäss wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass das Strukturelement vollständig aus Kunststoff ist und die Körpersegmente an ihren anstossenden Seiten-

30 flächen unter Ausbildung flächiger Schweißnähte gegenseitig verschweisst sind,

wobei die flächigen Schweißnähte eine porenarne oder porenfreie Kunststoffzwi-schenschicht in Form einer in Draufsicht netzartigen, verstifend wirkenden Stegstruktur ausbilden.

Das flächenförmige Strukturelement ist vorzugsweise plattenförmig ausgebildet.

5 Das flächenförmige Strukturelement liegt vorzugsweise als Plattenelement, insbe-sondere als quaderförmiges Plattenelement, vor.

Das erfindungsgemäße flächenförmige Strukturelement besteht vorzugsweise aus einem thermoplastischen Kunststoff, vorzugsweise aus einem Polystyrol (PS), Acrylnitril/Butadien/Styrol-Pfropfcopolymer (ABS), Polyethylen (PE), Polypropylen 10 (PP), Polyvinylchlorid (PVC), Polycarbonat (PC) und insbesondere aus einem Po-lyethylenterephthalat (PET), Polyphenylenether (PPE) bzw. Polyblends davon, wie Poly(phenylenether)-Polystyrol-Polyblend (PPE+PS), oder einem Styrol/Acrylnitril-Copolymer (SAN).

Das erfindungsgemäße Strukturelement ist vorzugsweise sortenrein, d.h. es be-15 steht vorzugsweise aus einem einzigen Kunststoff. Die Sortenreinheit bedingt ins-beondere, dass das Strukturelement keine andersartigen Klebstoffe zum Verbin-den der Körpersegmente enthält.

Das spezifische Gewicht eines erfindungsgemäßen Strukturelementes beträgt bei-spielsweise mehr als 20 kg/m<sup>3</sup>, vorzugsweise mehr als 40 kg/m<sup>3</sup> und insbesondere 20 mehr als 50 kg/m<sup>3</sup> und beispielsweise weniger als 200 kg/m<sup>3</sup> und vorzugsweise weniger als 130 kg/m<sup>3</sup>. Die Porengröße der Schäume liegt z.B. im Bereich von 100 bis 1000 µm.

Die Schweißnähte werden vorzugsweise durch geschmolzenen und nach dem Fügevorgang wieder erhärteten Kunststoff der Körpersegmente gebildet. Die Kör-25 persegmente weisen hierbei insbesondere an den gefügten Seitenflächen flächige Schmelz- und Wiedererhärtungszonen auf.

Die Dicke der Schweißnähte bzw. der Schmelzzonen ist derart festgelegt, dass die netzartige Stegstruktur der Schweißnähte die Druckfestigkeit des Strukturelemen-tes bezüglich Flächendrücke erhöht. Dies bedeutet, dass die Schweißnähte nicht

nur Fügestellen zwischen zwei Körpersegmenten darstellen, sondern zugleich auch Versteifungs- bzw. Verstärkungsstege zwischen zwei Körpersegmenten aus Schaumstoff sind. Ferner bewirken die Schweißnähte auch eine Versteifung des flächenförmigen Strukturelementes bezüglich Schub- und Biegebeanspruchung.

5 Die Auslegung der Stärke bzw. Dicke der Schweißnähte erfolgt deshalb nicht nur hinsichtlich dem Kriterium einer stabilen Verbindungsnaht sondern auch hinsichtlich dem Kriterium einer wirksamen Versteifungs- bzw. Verstärkungsstruktur.

Die Dicke der Schmelz- und Wiedererhärtungszone der Seitenwandflächen, welche die Schweißnähte ausbilden ist daher derart gewählt, dass das flächenförmige

10 Strukturelement insbesondere eine hohe Druckfestigkeit bezüglich Flächendrücke aufweist.

Die Körpersegmente sind vorzugsweise lückenlos, d.h. ohne Lunkerbildung, aneinander gefügt und verschweisst. Die Körpersegmente weisen daher bevorzugt einen Formquerschnitt auf, welcher ein lückenloses Aneinanderfügen der Körperseg-  
15 mente ermöglicht.

Die Körpersegmente können in einer nicht beanspruchten Ausführung auch unter Verwendung eines Klebers zu einem flächenförmigen Strukturelement aneinander gefügt bzw. aneinander geklebt sein.

Die Körpersegmente weisen in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung in  
20 Draufsicht des flächenförmigen Strukturelementes eine polygonale Form, insbe-  
sondere eine acht-, sechs-, vier- oder dreieckige Form auf. Die Körpersegmente  
können in Draufsicht des Strukturelementes z.B. einen quadratischen, rechtecki-  
gen, hexagonalen oder dreieckigen Umriss, welcher die sogenannten Deckflächen  
der Körpersegmente umreisst, aufweisen.

25 Die Grösse der Körpersegmente kann je nach der zu erreichenden Steifigkeit bzw.  
Druckfestigkeit des Strukturelementes variieren.

Da jede der vorgenannten Geometrien sowie Größen der Körpersegmente zu flä-  
chenförmigen Strukturelementen mit unterschiedlichen Eigenschaften führt, wird die

Geometrie und Grösse der Körpersegmente primär aufgrund der spezifischen Anforderungen an das Strukturelement bestimmt.

Die Körpersegmente liegen besonders bevorzugt in Form von Würfel oder Quader vor. Körpersegmente in Quader- oder Würfelform können z.B. in mehreren Reihen 5 und Kolonnen angeordnet sein, wobei die Schweissverbindungen eine Gitternetzstruktur mit sich kreuzenden Längs- und Querschweissnähten ausbilden. Die besagten Körpersegmente können auch in mehreren zueinander versetzten Reihen angeordnet sein, wobei die Schweissverbindungen durchgehende Querschweissnähte und zueinander versetzte Längsschweissnähte in der Art einer Ziegelstein- 10 mauer ausbilden.

In Quaderform vorliegende Körpersegmente können z.B. (in Draufsicht des Strukturelementes) einen quadratischen oder rechteckigen Grundriss mit Seitenlängen (x, y) von 20 bis 600 mm, vorzugsweise von 30 bis 400 mm, insbesondere von 30 bis 300 mm, und eine Höhe h von 30 bis 200 mm, insbesondere von 40 bis 100 15 mm aufweisen (siehe auch Fig. 1). Ein rechteckförmiges Körpersegment kann z.B. eine (in Draufsicht des Strukturelementes) Länge von 100 bis 250 mm und eine Breite von 30 bis 50 mm aufweisen.

Die Körpersegmente können in Draufsicht des flächenförmigen Strukturelementes ferner auch einen kurvenförmigen, z.B. einen konkaven oder konvexen, Umriss 20 oder Umrissabschnitte aufweisen. Die Körpersegmente können ferner auch verbundsteinartig ausgebildet sein, d.h. die Körpersegmente sind derart geformt, dass sich die einzelnen Körpersegmente fest ineinanderfügen. Die Körpersegmente einer erfindungsgemäßen Strukturelementes sind ferner bevorzugt zueinander kongruent.

25 Die Seitenflächen der Körpersegmente liegen überdies bei plattenförmigen Strukturelementen bevorzugt senkrecht zu den Deckflächen.

Die Erfindung betrifft im weiteren ein Verfahren zur Herstellung eines flächenförmigen Strukturelementes, enthaltend eine Mehrzahl von in einer Ebene nebeneinan-

der angeordneten und miteinander verbundenen Körpersegmenten aus einem geschäumten Kunststoff.

Das Verfahren zeichnet sich durch folgende Schritte aus:

- a. Herstellung von geschlossenzelligen stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörpern;
- b. längsseitiges Zusammenschweissen der stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörper zu einem Schaumstoffblock unter Ausbildung flächiger Schweißnähte, wobei die flächigen Schweißnähte als porenarne oder porenfreie Kunststoffzwischenschichten vorliegen;
- c. Aufteilung des Schaumstoffblockes in einzelne flächenförmige Strukturelemente, insbesondere Schaumstoffplatten, quer bzw. senkrecht zur Längsrichtung der stabförmigen Schaumstoffkörper,  
wobei die flächigen Schweißnähte in Draufsicht des flächenförmigen Strukturelementes eine netzartige Stegstruktur ausbilden.

Die stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörper werden vorzugsweise mittels eines Extrusionsprozesses hergestellt. Die Schaumstoffkörper bzw. Körpersegmente weisen bevorzugt eine in Extrusionsrichtung verstreckte Orientierung des Materials auf. Dabei weisen insbesondere Polymerketten eine durch die Extrusion erfahrene Verstreckung in Extrusionsrichtung auf. Die Materialverstreckung bewirkt eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften, insbesondere der Druckfestigkeit, in Verstreckungsrichtung.

Die Schaumstoffkörper bzw. Körpersegmente weisen ferner bevorzugt eine in Extrusionsrichtung orientierte Zellenstruktur bzw. Zellenanordnung auf. Die orientierten Zellenstrukturen des Schaumstoffkörpers tragen hierbei zu einer Erhöhung der Druckfestigkeit des Strukturelementes bei.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung können die stab- bzw. säulenförmigen Schaumstoffkörper aus einem vorgefertigten Schaumstoffblock gewonnen, d.h. geschnitten oder gesägt werden. Der genannte Schaumstoffblock wird dabei bevorzugt mittels eines Extrusionsverfahrens hergestellt.

Gemäss einer spezifischen Ausführungsvariante der Erfindung geschieht die Herstellung der Schaumstoffkörper mittels Extrusionsverfahren, wobei der Schaumstoffkörper aus einer Vielzahl von zusammengeführten, expandierten Polymersträngen besteht. Das Zusammenführen der Stränge geschieht unmittelbar nach 5 Austritt aus der Extrusionsform durch das Expandieren der einzelnen Stränge. Hierbei kommt es zum Kontakt zwischen den jeweils benachbarten Strängen und zu einem Zusammenwachsen, bzw. Verkleben derselben unter Ausbildung eines Schaumstoffkörpers. Der Schaumstoffkörper liegt dabei in Form einer geschlossenen Packung von Strängen vor.

- 10 Die Stränge liegen bevorzugt im wesentlichen parallel zueinander und sind in Längs- bzw. Extrusionsrichtung des Schaumstoffkörpers angeordnet. Das Herstellungsverfahren kann so ausgelegt sein, dass die einzelnen Stränge im Schaumstoffkörper sichtbar bleiben oder zu einer einzigen Struktur zusammengeführt bzw. verschmolzen werden, in welcher die einzelnen Stränge nur noch andeutungsweise 15 bzw. gar nicht mehr erkennbar sind. Die Stränge sind vorzugsweise derart dicht gepackt, dass die einzelnen Stränge einander ganzflächig berührend anliegen, ohne Zwischenräume auszubilden. Die Stränge können jedoch auch derart angeordnet bzw. gepackt sein, dass zwischen den einzelnen Strängen kanalartige Hohlräume ausgebildet werden.
- 20 Die Stränge werden zweckmäßig durch ein Extrusionswerkzeug, welches bsp. als Formplatte vorliegt, erzeugt, wobei das Extrusionswerkzeug eine Vielzahl von benachbarten Öffnungen enthält, durch welche das Polymer strangförmig extrudiert wird. Die besagten Öffnungen können einen runden, wie kreis- oder ellipsenförmigen, oder polygonalen, wie rechteckigen, quadratischen oder hexagonalen, Querschnitt aufweisen. Die Öffnungen können auch in Form von Schlitzten ausgebildet 25 sein. Die geschäumten Stränge können einen Durchmesser von bsp. 3 bis 50 mm, insbesondere von 4 bis 20 mm aufweisen.

Der Extrusionsform kann ferner ein weiteres, die Außenkontur des herzustellenden Schaumstoffkörpers wiedergebendes Formwerkzeug nachgeschaltet sein, in welches die Packung von Strängen nach Austritt aus der Extrusionsform geführt wird,

so dass der Schaumstoffkörper die Querschnittsform des Formwerkzeuges annimmt.

Mit dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren können bsp. stab- bzw. säulenförmige Schaumstoffkörper hergestellt werden, welche bereits in der ge-  
5 wünschten Querschnittsform und -grösse extrudiert werden, so dass die Schaum-  
stoffkörper einzeln oder bereits im Verbund mit weiteren stab- bzw. säulenförmigen  
Schaumstoffkörpern zu Körpersegmenten bzw. zu Körpersegmenten enthaltenden,  
flächigen Strukturelementen abgelängt werden können.

Ferner können mit dem oben beschriebenen Herstellungsverfahren Schaumstoff-  
10 körper von einer Querschnittsgrösse produziert werden, welche grösser ist als der  
Querschnitt der benötigten stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörper, so dass  
in nachfolgenden Verarbeitungsschritten der extrudierte Schaumstoffkörper zu ein-  
zelnen stab- bzw. säulenförmigen Schaumstoffkörper zugeschnitten wird, wobei die  
Stränge im wesentlichen in Längsrichtung der zugeschnittenen stab- bzw. säulen-  
15 förmigen Schaumstoffkörper verlaufen.

In bevorzugter Ausführung der gemäss obigem Verfahren hergestellten Schaum-  
stoffkörper bzw. Körpersegmente, liegt die Ausrichtung der einzelnen Stränge der  
Körpersegmente im wesentlichen senkrecht zu den Deckflächen der aus Körper-  
segmenten gebildeten, flächigen Strukturelementen. Dabei ist die Druckfestigkeit,  
20 bedingt durch die Orientierung der Stränge, in Längsrichtung der Stränge, d.h. in  
Extrusionsrichtung, bevorzugt grösser als in die anderen Richtungen.

Die Schaumstoffkörper können mittels physikalischen oder chemischen Treibmitteln  
hergestellt werden. In bevorzugter Ausführung werden die Schaumstoffkörper, ins-  
besondere durch ein Extrusionsverfahren hergestellte Schaumstoffkörper, mittels  
25 CO<sub>2</sub> physikalisch geschäumt. Die Zufuhr des Treibmittels kann hierbei direkt in die  
Extrusionsvorrichtung erfolgen.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung werden die extrudierten Schaum-  
stoffkörper längsseitig, d.h. entlang ihrer berührenden Längsseiten zu Kunststoff-  
blöcken verschweisst. Aus diesen Kunststoffblöcken werden nachfolgend quer bzw.

senkrecht zu den Längsseiten der Schaumstoffkörper flächenförmige, insbesondere plattenförmige, Strukturelemente geschnitten.

Das Schneiden der flächenförmigen Strukturelemente aus den Kunststoffblöcken kann mittels Sägen oder mittels eines thermischen Schneidprozesses geschehen.

- 5 In Abweichung zu den vorgenannten Verfahrensschritten können die Schaumstoffkörper auch bereits vorab in Körpersegmente zurecht geschnitten werden, wobei die einzelnen Körpersegmente nachfolgend zu flächenförmigen Strukturelementen zusammengeschweisst werden.

O

- Die Schweissverbindung erfolgt vorzugsweise durch flächiges Anschmelzen der zu 10 verbindenden Seitenflächen der Körpersegmente und nachfolgendes zusammenfügen derselben und Aushärten der Schmelzzonen.

In einer bevorzugten Ausführungsvariante sind Mittel zur Steuerung des Anschmelzvorganges während des Schweissens vorgesehen, welche die Herstellung von Schweissnähten von einer bestimmten Dicke bzw. Dickenbereich erlauben, wobei der Dickenbereich derart gewählt wird, dass die netzartige Stegstruktur der Schweissnähte eine verstifende Wirkung auf die Kunststoffplatte ausübt.

- 15

O

Der Schweissvorgang ist zweckmäßig ein thermoplastisches Schweissen. Die Herstellung der Schweissverbindung kann mittels Strahlungsschweissen oder 20 Kontaktschweissen geschehen. Anwendbare Kunststoffschweissverfahren sind z.B. Heizelementschweissen oder Infrarot-Schweissen. Der Schweissvorgang kann ohne oder mit Zusatzstoffen erfolgen.

Die erfindungsgemäßen flächenförmigen Strukturelemente weisen gegenüber herkömmlichen geschäumten Kunststoffplatten eine höhere Steifigkeit und insbesondere eine höhere Druckfestigkeit auf. Diese Eigenschaften werden im wesentlichen durch die Schweissnähte zwischen den einzelnen Körpersegmenten begründet. Die Schweissnähte bilden ein Netzwerk von stegartigen Verbindungen in der Art eines Gerüstes, wobei die Schweissnähte in Form von porenarmen bzw. porenfreien, dichten Kunststoffzwischenschichten vorliegen.

- 25

Das Gerüst der stegartigen Verbindungen der Schweißnähte erhöht die Druckfestigkeit, da die Stege der Kunststoffzwischenschicht wesentlich weniger kompressibel sind als die Schaumstoffkörper selber. Wird beispielsweise auf das erfindungsgemäße Strukturelement ein Flächendruck ausgeübt (z.B. bei einem Sandwich-Verbund ein Flächendruck über die Deckschichten auf das Strukturelement in Funktion als Kernschicht), so wirken die Druckkräfte primär auf die steife Stegstruktur und nicht auf den Schaumstoffkörper selbst.

Die Erhöhung der Steifigkeit erfindungsgemäßer Strukturelemente resultiert ebenfalls aus der gerüstartig aufgebauten Struktur der Schweißnähte, welche zu einer erhöhten Verwindungs- und Biegesteifigkeit des Strukturelementes führen.

Das erfindungsgemäße Strukturelement findet bevorzugt Verwendung in Verbundelementen, insbesondere Verbundplatten, mit wenigstens einer auf einer Seite des Strukturelementes angeordneten Deckschicht.

Besonders bevorzugt findet die erfindungsgemäße Strukturelemente Verwendung als Kernschicht in Sandwich-Verbundelementen, insbesondere Sandwich-Verbundplatten, mit beidseitig der Kernschicht angeordneten Deckschichten. Die Sandwich-Verbundelemente können z.B. aus einem erfindungsgemäßen flächenförmigen Strukturelement mit je einer beidseitig des Strukturelementes angeordneten Deckschicht bestehen. Ferner können auf einer oder beiden Seiten des Strukturelementes auch mehrere Schichten angeordnet sein. Wird das erfindungsgemäße Strukturelement als Kernschicht in einer Sandwich-Verbundplatte verwendet, so ist das Strukturelement zweckmäßig ein Plattenelement.

Die besagten Schichten bzw. Deckschichten können beispielsweise mittels einer Klebverbindung gegenseitig und/oder mit der Kernschicht verbunden sein.

Die Deckschichten können z.B. starre oder biegsame Platten aus Kunststoff oder faserverstärktem Kunststoff, wie glasfaserverstärktem Kunststoff, sein. Ferner können die Deckschichten auch Platten bzw. Bleche aus Metall, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung sein. Die Deckschichten sind im Vergleich zur Kernschicht vorzugsweise verhältnismäßig dünne Platten.

Sandwich-Verbundelemente mit erfindungsgemässen Strukturelementen als Kernschicht weisen trotz ihres geringen Gewichtes eine hohe Steifigkeit und eine ausgezeichnete Schub- und Druckfestigkeit auf. Solche Sandwich-Strukturen eignen sich deshalb insbesondere für Anwendungen, welche leichte jedoch strukturell hoch  
5 belastbare Komponenten erfordern.

Sandwich-Verbundelemente mit erfindungsgemässen Strukturelementen als Kernschicht können z.B. als Konstruktionselemente im Bauwesen eingesetzt werden. Beispiele für solche Konstruktionselemente sind Wände, Böden, Decken, Türen, Zwischenwände, Trennwände oder Verkleidungselemente.

- 10 Sandwich-Verbundelemente mit erfindungsgemässen Strukturelementen als Kernschicht finden ferner bevorzugt Einsatz im Transportwesen zu Land (z.B. Strassen- oder Schienenfahrzeugbau), zu Wasser (z.B. Schiff- oder Bootsbau, Wassersportgerätebau) oder in der Luft (z.B. Flugzeugbau). Dies können z.B. Sandwich-Verbundelemente gemäss Erfindung für Kofferaufbauten, Ladebrücken, Wände,
- 15 Decken, Türen, Deckel, Verkleidungen oder Teile davon, auf oder an Lastkraftwagen oder Eisenbahnwagen zum Gütertransport oder Wände, Decken, Böden, Zwischenwände, Verkleidungselemente, Türen, Deckel oder Teile davon, an Fahrzeugen zum Personentransport, wie Omnibussen, Strassenbahnen, Eisenbahnwagen oder auf Schiffen, wie Passagierschiffen, Fähren, Ausflugsdampfern oder -booten
- 20 sein.

Die erfindungsgemässen Sandwich-Verbundelemente können auch in Sportartikeln für den Einsatz zu Land, im Wasser oder in der Luft Verwendung finden.

Besonders bevorzugt finden die Sandwich-Verbundelemente mit erfindungsgemässen Strukturelementen als Kernschicht Einsatz als Windflügel bzw. Rotorblätter für  
25 Windkraftanlagen.

Im folgenden wird die Erfindung beispielhaft und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine Explosionsdarstellung eines Sandwich-Verbundes mit einem erfindungsgemässen Strukturelement als Kernschicht;

Fig. 2: einen Querschnitt durch einen Sandwich-Verbund mit einem erfindungsgemässen Strukturelement als Kernschicht;

Fig. 3: Draufsicht eines erfindungsgemässen Strukturelementes einer ersten Ausführungsart;

5 Fig. 4: Draufsicht eines erfindungsgemässen Strukturelementes einer zweiten Ausführungsart;

Fig. 5: Draufsicht eines erfindungsgemässen Strukturelementes einer dritten Ausführungsart;

Fig. 6: Draufsicht eines erfindungsgemässen Strukturelementes einer vierten  
10 Ausführungsart;

Fig. 7: Draufsicht eines erfindungsgemässen Strukturelementes einer fünften Ausführungsart;

Fig. 8: Draufsicht eines erfindungsgemässen Strukturelementes einer sechsten Ausführungsart;

15 Fig. 9: Perspektivische Darstellung eines Kunststoffblockes zur Herstellung von erfindungsgemässen Strukturelementen gemäss Fig. 5.

Fig. 1 zeigt ein Sandwich-Verbundelement 1 mit einer Kernschicht aus einem erfindungsgemässen Strukturelement, welches als Kunststoffplatte 10 ausgebildet ist (vgl. auch Fig. 3). Die Kunststoffplatte 10 besteht aus quaderförmigen Körpersegmenten 11, welche über Längs- 12 und Querschweissnähte 13 ausbildende, flächigen Schweißverbindungen an ihren berührenden Seitenflächen 17 miteinander verbunden sind. Die Schweißnähte 12, 13 bilden hierbei (in Platten-Draufsicht) eine netzartige, steife Stegstruktur aus. Beidseits der Kernschicht, auf den Deckflächen 16 der Körpersegmente 11, ist jeweils eine Deckschicht 2, 3 angeordnet. Die 20 Deckschichten 2, 3 können aus Kunststoffplatten, faserverstärkten Kunststoffplatten (z.B. Glasfaserverstärkte Duro- oder Thermoplaste) oder Metallblechen, insbesondere Aluminiumblechen, bestehen.

25

Fig. 2 zeigt ein Sandwich-Verbundelement 1 gemäss Fig. 1 in Querschnittsansicht. Die Deckschichten 2, 3 sind mittels Klebverbindung mit der Kernschicht verbunden.

Fig. 3 bis 7 zeigen verschiedene Ausführungsformen von erfindungsgemässen Strukturelementen in Form von Kunststoffplatten 10, 20, 30, 40, 50, 60 aus nebeneinander liegend angeordneten Körpersegmenten 11, 21, 31, 41, 51, 61 verschiedener Geometrien und Anordnung.

5 Die Kunststoffplatten 10, 20 gemäss Fig. 3 und 4 enthalten Körpersegmente 11, 21 mit in Plattendraufsicht rechteckigem Querschnitt. Die Körpersegmente 11 gemäss Fig. 3 sind in mehreren Reihen 14 und Kolonnen 15 nebeneinander in einer Ebene angeordnet, wobei die Schweissverbindungen zwischen den Körpersegmenten 11 eine Gitternetzstruktur aus sich kreuzenden Längs- 12 und Querschweissnähten 13 ausbilden.

Die Körpersegmente 21 gemäss Fig. 4 sind in mehreren zueinander versetzten Reihen 24 nebeneinander und in einer Ebene angeordnet, wobei die Schweissverbindungen eine ziegelsteinmauerartige Struktur mit durchgehenden Querschweissnähten 23 und zueinander versetzten Längsschweissnähten 22 ausbilden.

15 Die Kunststoffplatten 30, 40 gemäss Fig. 5 und 6 enthalten Körpersegmente 31, 41 mit in Plattendraufsicht quadratischem Querschnitt. Die Körpersegmente 31 gemäss Fig. 5 sind in mehreren Reihen 34 und Kolonnen 35 nebeneinander und in einer Ebene angeordnet, wobei die Schweissverbindungen eine Gitternetzstruktur mit sich kreuzenden Längs- 32 und Querschweissnähten 33 ausbilden.

20 Die Körpersegmente 41 gemäss Fig. 6 sind in mehreren zueinander versetzten Reihen 44 nebeneinander und in einer Ebene angeordnet, wobei die Schweissverbindungen durchgehende Querschweissnähte 43 und zueinander versetzte Längsschweissnähte 42 ausbilden.

Fig. 7 zeigt eine weitere Ausführung einer erfindungsgemässen Kunststoffplatte 50 mit in Plattendraufsicht hexagonalen, d.h. wabenförmigen, Körpersegmenten 51, welche nebeneinander und in einer Ebene angeordnet und unter Ausbildung von Schweissnähten 52 gegenseitig verschweisst sind.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführung einer erfindungsgemässen Kunststoffplatte 60 mit in Plattendraufsicht dreieckigen Körpersegmenten 61, welche nebeneinander

und in einer Ebene angeordnet und unter Ausbildung von Schweißnähten 62 gegenseitig verschweisst sind.

Fig. 9 zeigt einen aus säulen- bzw. stabförmigen Schaumstoffkörpern 7 gebildeten Kunststoffblock 5, wobei die Schaumstoffkörper 7 z.B. mittels Extrusion oder durch Aufteilung eines homogenen Schaumstoffblockes hergestellt sind. Die einzelnen Schaumstoffkörper 7 sind erfindungsgemäß mittels Kunststoffschweissen unter Ausbildung von Längs- 32 und Querschweißnähten 33 entlang ihrer Längsseiten 8 miteinander verbunden. Durch Zersägen 6 oder thermisches Schneiden wird der Kunststoffblock 5 in einzelne erfindungsgemäße Kunststoffplatten 30 gemäß Fig. 10 5 zu einzelnen Kunststoffplatten 30 aufgeteilt, wobei sich die Kunststoffplatten 30 aus in einer Ebene nebeneinander angeordneten Körpersegmenten 31 zusammensetzen.

## Ansprüche

1. Flächenförmiges Strukturelement (10) enthaltend eine Mehrzahl von in einer Ebene nebeneinander angeordneten und miteinander verbundenen Körpersegmenten (11) aus einem geschäumten Kunststoff,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass  
das Strukturelement (10) vollständig aus Kunststoff ist und die Körpersegmente (11) an ihren anstossenden Seitenflächen unter Ausbildung flächiger Schweißnähte (12, 13) gegenseitig verschweisst sind, wobei die flächigen  
10 Schweißnähte (12, 13) eine porenaarme oder porenfreie Kunststoffzwischen-  
schicht in Form einer in Draufsicht netzartigen, verstifend wirkenden Stegstruktur ausbilden.
2. Flächenförmiges Strukturelement nach Anspruch 1, wobei die Körpersegmente aus einem geschlossenzelligen Schaumstoff bestehen.
- 15 3. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei das flächenförmige Strukturelement (10) aus einem thermoplastischen Kunststoff, vorzugsweise aus einem Polyethylenterephthalat (PET) oder einem Styrol/Acrylnitril-Copolymer (SAN), besteht.
4. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die  
20 Schweißnähte (12, 13) aus aufgeschmolzenem Kunststoff der Körperseg-  
mente (11) gebildet sind.
5. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Dicke der Schweißnähte (12, 13) derart festgelegt ist, dass die netzartige Stegstruktur der Schweißnähte die Druckfestigkeit des Strukturelementes (10)  
25 bezüglich Flächendrücke erhöht.
6. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Körpersegmente (11) Zuschnitte aus stab- oder säulenförmigen Schaumstoff-  
köpfen (7) sind.

7. Flächenförmiges Strukturelement nach Anspruch 6, wobei die stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörper (7) mittels Extrusion hergestellt sind, und die Extrusionsrichtung in den aus den Schaumstoffkörpern (7) hergestellten Körpersegmenten (11) parallel oder im wesentlichen parallel zur Schnittlinie zweier sich kreuzenden Schweißnahtflächen (12, 13) liegt.  
5
8. Flächenförmiges Strukturelement nach Anspruch 7, wobei die Körpersegmente (11) eine in Extrusionsrichtung orientierte Verstreckung der Polymerstruktur aufweisen.
9. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die  
10 Körpersegmente (11) lückenlos aneinandergefügt sind, und die Körperseg-  
mente (11) einen Formquerschnitt aufweisen, welcher ein lückenloses Anein-  
anderfügen der Körpersegmente ermöglicht.
10. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die  
Körpersegmente (11) in Draufsicht des flächenförmigen Strukturelementes (10)  
15 eine polygonale Form und vorzugsweise eine acht-, sechs-, vier- oder dreiecki-  
ge Form aufweisen.
11. Flächenförmiges Strukturelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das  
flächenförmige Strukturelement (10) eine Kunststoffplatte ist.
12. Verfahren zur Herstellung eines flächenförmigen Strukturelementes (10), ent-  
20 haltend eine Mehrzahl von in einer Ebene nebeneinander angeordneten und  
miteinander verbundenen Körpersegmenten (11) aus einem geschäumten  
Kunststoff nach Anspruch 1,  
gekennzeichnet durch folgende Schritte:
  - a. Herstellung von geschlossenzelligen stab- oder säulenförmigen Schaum-  
25 stoffkörpern (7);
  - b. längsseitiges Zusammenschweissen der stab- oder säulenförmigen  
Schaumstoffkörper (7) zu einem Schaumstoffblock (5) unter Ausbildung flä-

chiger Schweißnähte (32, 33), wobei die flächigen Schweißnähte (32, 33) als porenarne oder porenfreie Kunststoffzwischenschichten vorliegen;

c. Aufteilung des Schaumstoffblockes (5) in einzelne flächenförmige Strukturelemente (30), insbesondere Schaumstoffplatten, quer zur Längsrichtung der stabförmigen Schaumstoffkörper (7),

wobei die flächigen Schweißnähte (32, 33) in Draufsicht des flächenförmigen Strukturelementes (30) eine netzartige Stegstruktur ausbilden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörper (7) mittels eines Extrusionsprozesses hergestellt werden.

10 14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die stab- oder säulenförmigen Schaumstoffkörper (7) mit einer in Extrusionsrichtung verstreckten Polymerkettenstruktur hergestellt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die Schweißverbindung durch flächiges Anschmelzen der zu verbindenden Seitenflächen der Körpersegmente (11) und nachfolgendes Zusammenfügen und Wiedererhärten derselben erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei Mittel zur Steuerung des Annschmelzvorganges während des Schweißens vorgesehen sind, welche die Herstellung von Schweißnähten (12, 13) eines bestimmten Dickenbereichs erlauben, und 20 wobei der Dickenbereich derart gewählt wird, dass die netzartige Stegstruktur der Schweißnähte (12, 13) die Druckfestigkeit des Strukturelementes (10) bezüglich Flächendrücke erhöht.

25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, wobei das flächenförmige Strukturelement (10) aus einem thermoplastischen Kunststoff besteht und das Schweissen der Körperssegmente (11) ein thermoplastisches Schweissen ist.

18. Verwendung des flächenförmigen Strukturelementes (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 in einem Strukturaubteil (1) mit einer wenigstens auf einer

Oberfläche des flächenförmigen Strukturelementes (10) aufgebrachten Deckschicht (2).

19. Verwendung des flächenförmigen Strukturelementes (10) nach Anspruch 18 als Kernschicht in einem Strukturauteil (1), wobei das Strukturauteil (1) ein Sandwich-Verbundelement, insbesondere eine Sandwich-Verbundplatte, mit beidseitig der Kernschicht angeordneten Deckschichten (2, 3) ist.
- 5  
20. Verwendung des Sandwich-Verbundelements (1) nach Anspruch 19 zur Herstellung von Windflügeln in Windkraftanlagen.

1/2

Fig. 1

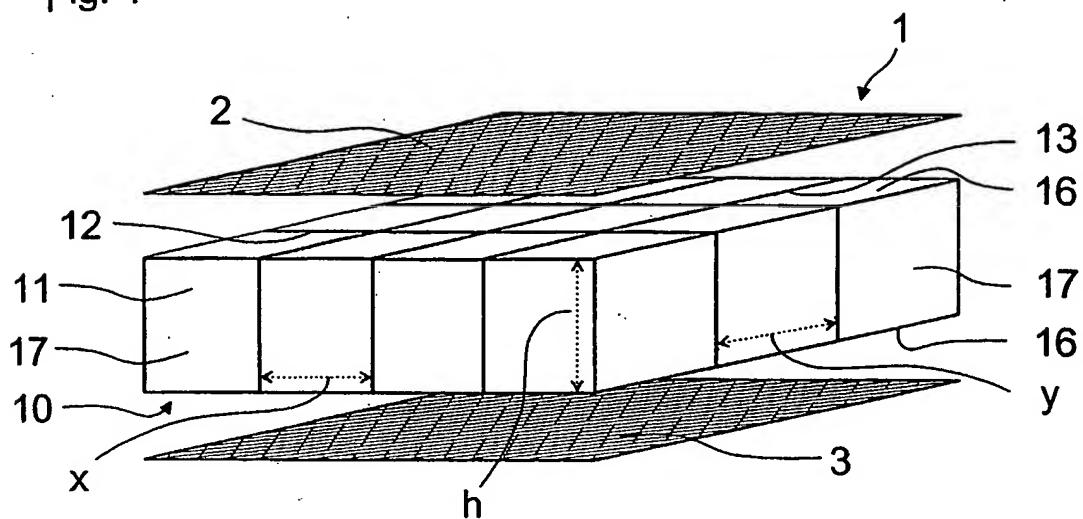


Fig. 2

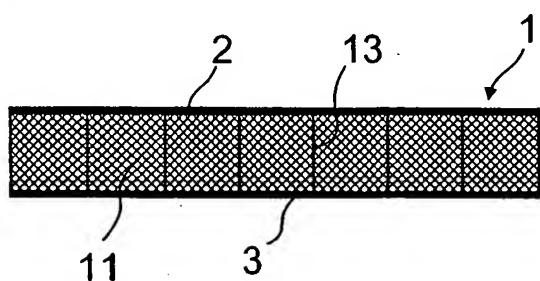
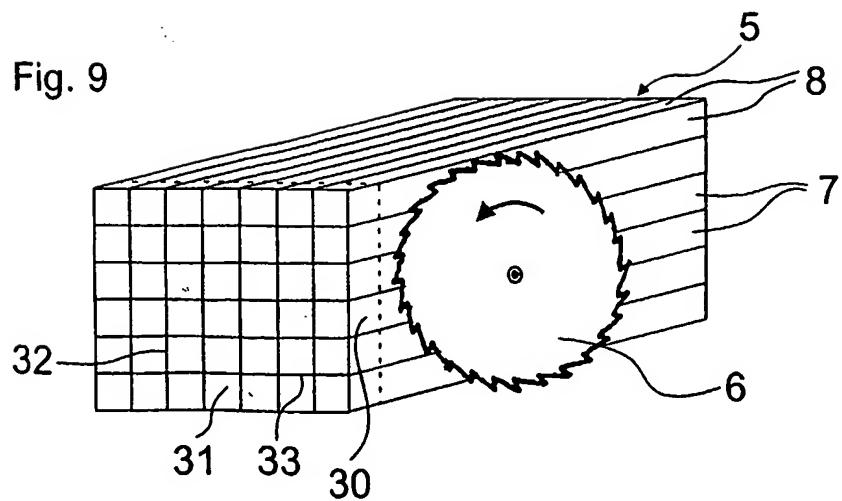


Fig. 9



8

O

3

2/2

Fig. 3

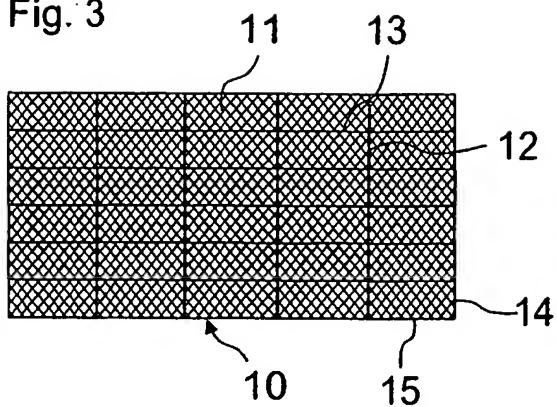


Fig. 4

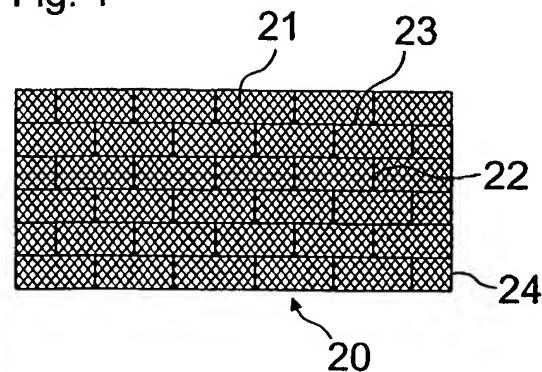


Fig. 5

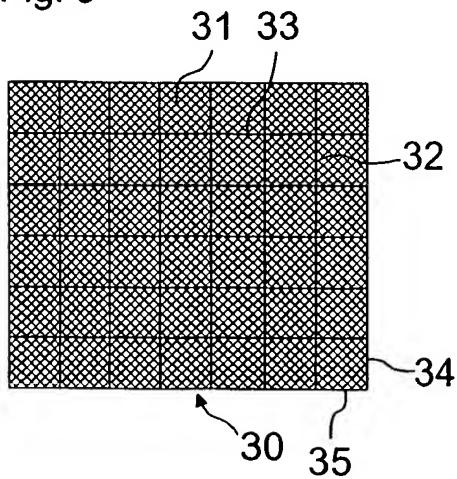


Fig. 6

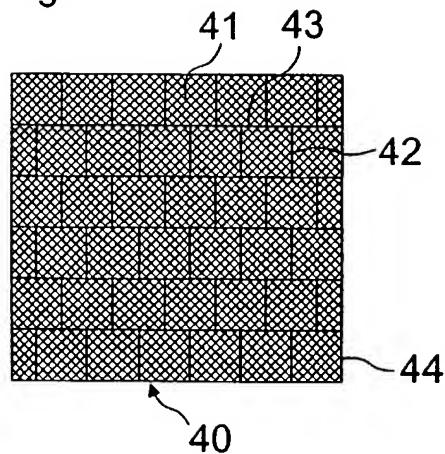


Fig. 7

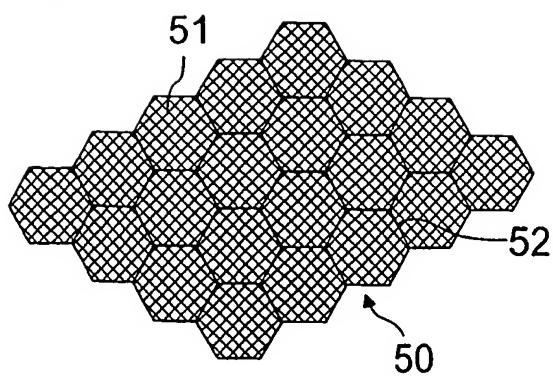
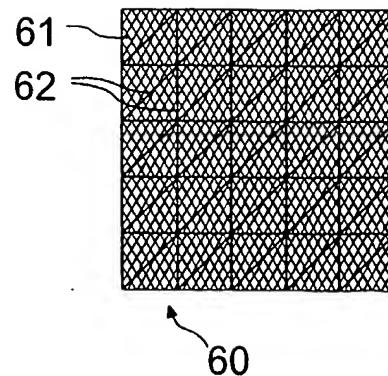


Fig. 8



(

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No

PCT/EP 03/09090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B32B3/18 B29D9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B32B B29D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 837 060 A (BAMBARA JOHN D ET AL) 6 June 1989 (1989-06-06)	1,2,4-6, 11,12, 15-19
Y	claims 1,2,6,8 column 1, line 64 - line 67	9,10
Y	US 4 536 427 A (KOHN HENRI-ARMAND) 20 August 1985 (1985-08-20) claims 1,2	9,10
A	US 5 798 160 A (KOHN HENRI-ARMAND) 25 August 1998 (1998-08-25) claim 1	1
A	US 4 755 408 A (NOEL GERT) 5 July 1988 (1988-07-05) claims 1,2	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

10 November 2003

17/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hillebrand, G

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09090

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4837060	A	06-06-1989	NONE			
US 4536427	A	20-08-1985	NONE			
US 5798160	A	25-08-1998	NONE			
US 4755408	A	05-07-1988	DE AT BE BE CA CH CH DK DK ES ES FI FI FR FR GB GB GR GR IT IT JP JP LU LU NL NL NO NO SE SE SE SE US US	3541052 A1 307486 A 905765 A1 905766 A1 1272964 A1 672674 A5 674534 A5 554086 A 554186 A 2002068 A6 2002069 A6 864678 A ,B, 864708 A 2590297 A1 2590298 A1 2184758 A ,B 2185049 A ,B 862734 A1 862735 A1 1198124 B 1198127 B 62169626 A 62121270 A 86658 A1 86659 A1 8602935 A 8602938 A 864596 A 864597 A ,B, 8604909 A 466554 B 8604910 A 4952450 A 4753841 A	21-05-1987 15-01-1993 16-03-1987 16-03-1987 21-08-1990 15-12-1989 15-06-1990 20-05-1987 20-05-1987 01-07-1988 01-07-1988 20-05-1987 20-05-1987 22-05-1987 22-05-1987 01-07-1987 08-07-1987 19-03-1987 19-03-1987 21-12-1988 21-12-1988 25-07-1987 02-06-1987 04-05-1987 04-05-1987 16-06-1987 16-06-1987 20-05-1987 20-05-1987 20-05-1987 02-03-1992 20-05-1987 28-08-1990 28-06-1988	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/09090

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANGEWESUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B32B3/18 B29D9/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B32B B29D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 837 060 A (BAMBARA JOHN D ET AL) 6. Juni 1989 (1989-06-06)	1,2,4-6, 11,12, 15-19
Y	Ansprüche 1,2,6,8 Spalte 1, Zeile 64 - Zeile 67 ---	9,10
Y	US 4 536 427 A (KOHN HENRI-ARMAND) 20. August 1985 (1985-08-20) Ansprüche 1,2 ---	9,10
A	US 5 798 160 A (KOHN HENRI-ARMAND) 25. August 1998 (1998-08-25) Anspruch 1 ---	1
A	US 4 755 408 A (NOEL GERT) 5. Juli 1988 (1988-07-05) Ansprüche 1,2 -----	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchebericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Rechercheberichts

10. November 2003

17/11/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hillebrand, G

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09090

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4837060	A 06-06-1989	KEINE	
US 4536427	A 20-08-1985	KEINE	
US 5798160	A 25-08-1998	KEINE	
US 4755408	A 05-07-1988	DE 3541052 A1 AT 307486 A BE 905765 A1 BE 905766 A1 CA 1272964 A1 CH 672674 A5 CH 674534 A5 DK 554086 A DK 554186 A ES 2002068 A6 ES 2002069 A6 FI 864678 A ,B, FI 864708 A FR 2590297 A1 FR 2590298 A1 GB 2184758 A ,B GB 2185049 A ,B GR 862734 A1 GR 862735 A1 IT 1198124 B IT 1198127 B JP 62169626 A JP 62121270 A LU 86658 A1 LU 86659 A1 NL 8602935 A NL 8602938 A NO 864596 A NO 864597 A ,B, SE 8604909 A SE 466554 B SE 8604910 A US 4952450 A US 4753841 A	21-05-1987 15-01-1993 16-03-1987 16-03-1987 21-08-1990 15-12-1989 15-06-1990 20-05-1987 20-05-1987 01-07-1988 01-07-1988 20-05-1987 20-05-1987 22-05-1987 22-05-1987 01-07-1987 08-07-1987 19-03-1987 19-03-1987 21-12-1988 21-12-1988 25-07-1987 02-06-1987 04-05-1987 04-05-1987 16-06-1987 16-06-1987 20-05-1987 20-05-1987 20-05-1987 02-03-1992 20-05-1987 28-08-1990 28-06-1988